

VIA HAND DELIVERY
PATENT
36856.1110

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Akio NISHIDA and Hiroshi TAKEMURA Serial No.: Currently unknown Filing Date: Concurrently herewith For: SWITCHING POWER SUPPLY UNIT AND ELECTRONIC APPARATUS USING THE SAME	
--	--

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Mail Stop PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of each of Japanese Patent Application No. **2002-239708** filed **August 20, 2002**, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b. Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: August 12, 2003


Attorneys for Applicant(s)
Joseph R. Keating
Registration No. 37,368

Christopher A. Bennett
Registration No. 46,710

KEATING & BENNETT LLP
10400 Eaton Place, Suite 312
Fairfax, VA 22030
Telephone: (703) 385-5200



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 0 日
Date of Application:

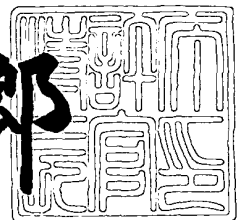
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 3 9 7 0 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 3 9 7 0 8]

出 願 人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 9 8 6



【書類名】 特許願

【整理番号】 32-0523

【提出日】 平成14年 8月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02M 3/28

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 西田 映雄

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 竹村 博

【特許出願人】

 【識別番号】 000006231

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

 【代表者】 村田 泰隆

 【電話番号】 075-955-6731

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 005304

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一次巻線、二次巻線および帰還巻線を備えたトランスと、前記一次巻線に直列に接続された入力電源および第 1 のスイッチ素子と、前記帰還巻線の一端と前記第 1 のスイッチ素子の制御端子との間に設けられた制御回路と、前記二次巻線に接続された整流回路と、該整流回路から出力される出力電圧を検出して前記制御回路にフィードバック信号を送る出力電圧検出回路を備えたスイッチング電源装置において、

前記制御回路は、前記フィードバック信号に基づいてオン状態の前記第 1 のスイッチ素子をターンオフさせることによって出力電圧を安定化させるオン期間制御回路と、前記フィードバック信号に基づいて前記第 1 のスイッチ素子のターンオンを遅延させることによって出力電圧を安定化させるオフ期間制御回路を備えたことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項 2】 軽負荷時に前記オフ期間制御回路を機能させてオフ期間を制御することにより出力電圧の安定化を行い、軽負荷時以外に前記オン期間制御回路を機能させてオン期間を制御することにより出力電圧の安定化を行うことを特徴とする、請求項 1 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 3】 前記フィードバック信号は、オン期間制御回路を制御する第 1 のフィードバック信号と、オフ期間制御回路を制御する第 2 のフィードバック信号からなり、

前記出力電圧検出回路は前記第 1 のフィードバック信号と前記第 2 のフィードバック信号を、負荷電力に応じて排他的に出力することを特徴とする、請求項 2 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 4】 前記出力電圧検出回路は、前記第 1 のフィードバック信号を出力する第 1 の発光ダイオードと、該第 1 の発光ダイオードに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第 1 の発光ダイオードに対して並列関係になるように接続された第 1 の直列回路とを備え、該第 1 の直列回路は第 2 の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第 2 の発光ダイオードに電流が

流れないように設けられた定電圧源からなり、

前記オン期間制御回路は、前記第 1 のスイッチ素子の制御端子と入力側のグラウンドとの間に設けられた第 2 のスイッチ素子と、該第 2 のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第 2 のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、該時定数回路は抵抗および前記第 1 の発光ダイオードと結合した第 1 のフォトトランジスタからなる第 2 の直列回路を含むとともに、該第 2 の直列回路の抵抗の抵抗値を大きくすることによって、前記第 1 の発光ダイオードに所定以上の電流が流れても前記第 1 のフォトトランジスタに流れる電流がほとんど変化しないために前記時定数回路の時定数が変化せず前記オン期間制御回路が出力電圧安定化のためには実質的に機能しないようにされていることを特徴とする、請求項 3 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 5】 前記出力電圧検出回路は、前記第 1 のフィードバック信号を出力する第 1 の発光ダイオードおよび該第 1 の発光ダイオードに直列に接続されたスイッチと、前記第 1 の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路にさらに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第 1 の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路に対して並列関係になるように接続された第 1 の直列回路とを備え、該第 1 の直列回路は第 2 の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第 2 の発光ダイオードに電流が流れないように設けられた定電圧源からなり、

前記オン期間制御回路は、前記第 1 のスイッチ素子の制御端子と入力側のグラウンドとの間に設けられた第 2 のスイッチ素子と、該第 2 のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第 2 のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、該時定数回路は抵抗および前記第 1 の発光ダイオードと結合した第 1 のフォトトランジスタからなる第 2 の直列回路を含むことを特徴とする、請求項 3 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 6】 前記オフ期間制御回路は、前記帰還巻線の一端と前記第 1 のスイッチ素子の制御端子との間に直列に設けられ、前記出力電圧検出回路からの第 2 のフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第 3 のスイッチ素子を有することを特徴とする、請求項 4 または 5 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 7】 前記オフ期間制御回路は、前記第 2 の発光ダイオードと結合した第 2 のフォトトランジスタを備え、該第 2 のフォトトランジスタの抵抗値が所定の値以下の時に前記第 3 のスイッチ素子がオン、オフすることを特徴とする、請求項 6 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 8】 前記第 2 のフォトトランジスタのエミッタを前記第 2 のスイッチ素子の制御端子に接続することによって、前記第 2 のフォトトランジスタを前記オン期間制御回路の前記時定数回路の一部として機能するようにしたことを特徴とする、請求項 7 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 9】 前記オフ期間制御回路は、前記第 2 の発光ダイオードと結合した第 2 のフォトトランジスタとコンデンサとを含む第 3 の直列回路を備え、該第 3 の直列回路は前記第 1 のスイッチ素子のオフ期間に電流が流れる向きで前記帰還巻線に並列に接続されてなり、前記帰還巻線に発生する電圧による前記コンデンサの充電電圧が所定の値以上の時に前記第 3 のスイッチ素子がオフ状態になることを特徴とする、請求項 6 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 10】 前記オフ期間制御回路は、前記第 1 のスイッチ素子の制御端子に印加される電圧を制限するリミット回路を備え、該リミット回路は前記第 3 のスイッチ素子を含んで構成されることを特徴とする、請求項 7 ないし請求項 9 のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項 11】 前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に駆動電圧を供給する直流電圧源と、前記入力電源と前記直流電圧源の出力の間に設けられた電流逆流防止機能を備えた定電圧レギュレータを有することを特徴とする、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項 12】 請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載のスイッチング電源装置を用いたことを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、例えばプリンタやファクシミリなどにおいて、待機時、すなわち印刷動作を行っていない時の消費電力を少なくすることへの要求が増えてきている。その1つとして、プリンタやファクシミリに使用される電源装置自身の待機時、すなわち軽負荷時の消費電力を少なくすることが求められている。

【0 0 0 3】

しかしながら、一般的なR C C方式のスイッチング電源装置においては、負荷が軽くなるほどスイッチング周波数が高くなり、スイッチング損失が増加するという性質を持っており、そのままでは軽負荷時の消費電力の低減は望めない。

【0 0 0 4】

これに対して、R C C方式のスイッチング電源装置における軽負荷時の消費電力を低減するためのスイッチング電源装置が、例えば特開平7-67335号公報に開示されている。特開平7-67335号公報に開示されたスイッチング電源装置は、軽負荷時に第1のスイッチ素子の制御端子を一定時間強制的に接地させる回路を備えることによって、第1のスイッチ素子のターンオンを遅らせてスイッチング周波数が一定以上にならないようにして、軽負荷時の消費電力を低減している。

【0 0 0 5】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特開平7-67335号公報に開示されたスイッチング電源装置においては、スイッチング周波数が一定以上にならないようにするだけでは、軽負荷時にスイッチング周波数を大幅に低下させて消費電力を大幅に削減するということができないという問題がある。

【0 0 0 6】

また、スイッチング周波数が負荷の急激な変化に追従できないという問題がある。例えば、軽負荷時と重負荷時でスイッチング周波数が大きく変わるように設定されていると、軽負荷から重負荷に負荷が急変した場合、負荷の変化にスイッチング周波数が追従できずに、出力の低下や電源の停止が起きる可能性がある。このため、軽負荷時においてスイッチング周波数を大幅に低下させることができ

なくなるという問題がある。

【0007】

本発明は上記の問題点を解決することを目的とするもので、軽負荷時のスイッチング周波数を大幅に低下させて消費電力を削減することのできるスイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置を提供する。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のスイッチング電源装置は、一次巻線、二次巻線および帰還巻線を備えたトランスと、前記一次巻線に直列に接続された入力電源および第1のスイッチ素子と、前記帰還巻線の一端と前記第1のスイッチ素子の制御端子との間に設けられた制御回路と、前記二次巻線に接続された整流回路と、該整流回路から出力される出力電圧を検出して前記制御回路にフィードバック信号を送る出力電圧検出回路を備えたスイッチング電源装置において、

前記制御回路が、前記フィードバック信号に基づいてオン状態の前記第1のスイッチ素子をターンオフさせることによって出力電圧を安定化させるオン期間制御回路と、前記フィードバック信号に基づいて前記第1のスイッチ素子のターンオンを遅延させることによって出力電圧を安定化させるオフ期間制御回路を備えたことを特徴とする。

【0009】

また、本発明のスイッチング電源装置は、軽負荷時に前記オフ期間制御回路を機能させてオフ期間を制御することにより出力電圧の安定化を行い、軽負荷時以外に前記オン期間制御回路を機能させてオン期間を制御することにより出力電圧の安定化を行うことを特徴とする。

【0010】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記フィードバック信号が、オン期間制御回路を制御する第1のフィードバック信号と、オフ期間制御回路を制御する第2のフィードバック信号からなり、前記出力電圧検出回路が前記第1のフィードバック信号と前記第2のフィードバック信号を、負荷電力に応じて排他的に出力することを特徴とする。

【0011】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記出力電圧検出回路が、前記第1のフィードバック信号を出力する第1の発光ダイオードと、該第1の発光ダイオードに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第1の発光ダイオードに対して並列関係になるように接続された第1の直列回路とを備え、該第1の直列回路は第2の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第2の発光ダイオードに電流が流れないように設けられた定電圧源からなり、前記オン期間制御回路が、前記第1のスイッチ素子の制御端子と入力側のグランドとの間に設けられた第2のスイッチ素子と、該第2のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第2のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、該時定数回路は抵抗および前記第1の発光ダイオードと結合した第1のフォトトランジスタからなる第2の直列回路を含むとともに、該第2の直列回路の抵抗の抵抗値を大きくすることによって、前記第1の発光ダイオードに所定以上の電流が流れても前記第1のフォトトランジスタに流れる電流がほとんど変化しないために前記時定数回路の時定数が変化せず前記オン期間制御回路が出力電圧安定化のためには実質的に機能しないようにされていることを特徴とする。

【0012】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記出力電圧検出回路が、前記第1のフィードバック信号を出力する第1の発光ダイオードおよび該第1の発光ダイオードに直列に接続されたスイッチと、前記第1の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路にさらに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第1の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路に対して並列関係になるように接続された第1の直列回路とを備え、該第1の直列回路は第2の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第2の発光ダイオードに電流が流れないように設けられた定電圧源からなり、前記オン期間制御回路は、前記第1のスイッチ素子の制御端子と入力側のグランドとの間に設けられた第2のスイッチ素子と、該第2のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第2のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、

該時定数回路は抵抗および前記第1の発光ダイオードと結合した第1のフォトトランジスタからなる第2の直列回路を含むことを特徴とする。

【0013】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記帰還巻線の一端と前記第1のスイッチ素子の制御端子との間に直列に設けられ、前記出力電圧検出回路からの第2のフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第3のスイッチ素子を有することを特徴とする。

【0014】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記第2の発光ダイオードと結合した第2のフォトトランジスタを備え、該第2のフォトトランジスタの抵抗値が所定の値以下の時に前記第3のスイッチ素子がオン、オフすることを特徴とする。

【0015】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記第2のフォトトランジスタのエミッタを前記第2のスイッチ素子の制御端子に接続することによって、前記第2のフォトトランジスタを前記オン期間制御回路の前記時定数回路の一部として機能するようにしたことを特徴とする。

【0016】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記第2の発光ダイオードと結合した第2のフォトトランジスタとコンデンサとを含む第3の直列回路を備え、該第3の直列回路は前記第1のスイッチ素子のオフ期間に電流が流れる向きで前記帰還巻線に並列に接続されてなり、前記帰還巻線に発生する電圧による前記コンデンサの充電電圧が所定の値以上の時に前記第3のスイッチ素子がオフ状態になることを特徴とする。

【0017】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記第1のスイッチ素子の制御端子に印加される電圧を制限するリミット回路を備え、該リミット回路は前記第3のスイッチ素子を含んで構成されることを特徴とする。

【0018】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に駆動電圧を供給する直流電圧源と、前記入力電源と前記直流電圧源の出力の間に設けられた電流逆流防止機能を備えた定電圧レギュレータを有することを特徴とする。

【0019】

また、本発明の電子装置は、上記のスイッチング電源装置を用いたことを特徴とする。

【0020】

このように構成することにより、本発明のスイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置においては、軽負荷時のスイッチング周波数を低下させてスイッチング損失の低減を図ることができる。また、定格負荷時や重負荷時のスイッチング周波数の低下を防止して導通損失の増大を防止することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

（実施例1）

図1に、本発明のスイッチング電源装置の一実施例の回路図を示す。図1において、スイッチング電源装置1は、一次巻線N1、二次巻線N2および帰還巻線N3を備えたトランスTと、一端が一次巻線N1の一端に接続された入力電源である直流電源V_{cc}と、一次巻線N1の他端と直流電源V_{cc}の他端との間に接続されたMOSFETからなる第1のスイッチ素子Q1と、二次巻線N2と出力端子P_oの間に接続された整流回路2と、出力端子P_oに接続された出力電圧検出回路3と、帰還巻線N3の一端と第1のスイッチ素子Q1の制御端子であるゲートとの間に設けられた制御回路4から構成されている。ここで、直流電源V_{cc}の他端が入力側のグラウンドになる。

【0022】

整流回路2は二次巻線N2の一端に接続されたダイオードD1と、ダイオードD1のカソードと二次巻線N2の他端との間に接続された平滑用のコンデンサC1から構成されている。ここで、二次巻線N2の他端が出力側のグラウンドになる。

【0023】

出力電圧検出回路3は、出力端子P_oと出力側のグランドとの間において互いに直列に接続された抵抗R₁および第1の発光ダイオードPD₁およびシャントレギュレータSRと、同じく出力端子P_oと出力側のグランドとの間において互いに直列に接続された抵抗R₃および抵抗R₄と、抵抗R₂と、第2の発光ダイオードPD₂とツェナーダイオードD₂からなる第1の直列回路7と、抵抗R₅とコンデンサC₂とを備えている。ここで、第1の直列回路7は抵抗R₂と直列に接続されるとともに、抵抗R₁および第1の発光ダイオードPD₁に対して並列に接続されている。また、抵抗R₅とコンデンサC₂は直列に接続され、その一端は第1の発光ダイオードPD₁とシャントレギュレータSRの接続点に、他端は抵抗R₂と抵抗R₃の接続点に接続されている。そして、抵抗R₂と抵抗R₃の接続点はシャントレギュレータSRの制御端子に接続されている。このうち、抵抗R₅とコンデンサC₂はシャントレギュレータSRに対する負帰還回路である。

【0024】

制御回路4は、第1のスイッチ素子Q₁のゲートに接続されたオン期間制御回路5と、帰還巻線N₃の一端と第1のスイッチ素子Q₁のゲートとの間に直列に接続されたコンデンサC₃およびオフ期間制御回路6と、コンデンサC₃およびオフ期間制御回路6の接続点と直流電源V_{cc}の一端との間に接続された起動抵抗R₆から構成されている。

【0025】

このうち、オン期間制御回路5は、NPN型のトランジスタである第2のスイッチ素子Q₂と、抵抗R₇と、ダイオードD₃と、抵抗R₈と第1のフォトトランジスタPT₁からなる第2の直列回路8と、抵抗R₉と、コンデンサC₄から構成されている。このうち、第2のスイッチ素子Q₂のコレクタとエミッタは第1のスイッチ素子Q₁のゲートとソースにそれぞれ接続されている。抵抗R₇は帰還巻線N₃の一端と第2のスイッチ素子Q₂の制御端子であるベースとの間に接続されている。ダイオードD₃と第2の直列回路8も、同じく帰還巻線N₃の一端と第2のスイッチ素子Q₂のベースとの間に直列に接続されている。そして

、抵抗R 9 およびコンデンサC 4 はそれぞれ第2のスイッチ素子Q 2のベース・エミッタ間に接続されている。第1のフォトトランジスタPT 1は第1の発光ダイオードPD 1とともにフォトカプラを構成している。この第1のフォトトランジスタPT 1と第1の発光ダイオードPD 1からなるフォトカプラを介して出力電圧検出回路3からオン期間制御回路5に送られるフィードバック信号を第1のフィードバック信号という。

【0026】

また、オフ期間制御回路6は、PNP型のトランジスタである第3のスイッチ素子Q 3と、コンデンサC 5と、NPN型のトランジスタQ 4と、抵抗R 10と、抵抗R 11と、コンデンサC 6と、第2のフォトトランジスタPT 2と、ダイオードD 10と、コンデンサC 9と、抵抗R 21から構成されている。このうち、第3のスイッチ素子Q 3は、エミッタとコレクタがコンデンサC 3と第1のスイッチ素子Q 1のゲートにそれぞれ接続され、ベースが抵抗R 10を介してトランジスタQ 4のコレクタに接続されている。トランジスタQ 4は、エミッタが入力側のグラウンドに接続され、ベースが抵抗R 11を介してトランジスタQ 3のエミッタに接続されるとともに、コンデンサC 6と第2のフォトトランジスタPT 2をそれぞれ介して入力側のグラウンドに接続されている。第2のフォトトランジスタPT 2は第2の発光ダイオードPD 2とともにフォトカプラを構成している。この第2のフォトトランジスタPT 2と第2の発光ダイオードPD 2からなるフォトカプラを介して出力電圧検出回路3からオフ期間制御回路6に送られるフィードバック信号を第2のフィードバック信号という。さらに、帰還巻線N 3の一端はダイオードD 10とコンデンサC 9を順に介して他端に接続されており、ダイオードD 10とコンデンサC 9の接続点は抵抗R 21を介してトランジスタQ 4のベースに接続されている。

【0027】

そして、第1のスイッチ素子Q 1のゲート・ドレイン間には抵抗R 12が接続されている。抵抗R 12は、第1のスイッチ素子Q 1のゲート・ソース間インピーダンスを低くすることにより、サージなどによって第1のスイッチ素子Q 1がオンしてしまうことを防ぐ効果がある。

【0028】

このように構成されたスイッチング電源装置 1 について、まず定格負荷時や重負荷時などの軽負荷時以外の動作について先に説明する。なお、以下の説明においては、特に断らない限り重負荷時という場合には定格負荷時を含むものとする。

【0029】

スイッチング電源装置 1 においては、第 1 のスイッチ素子 Q 1 がオンの時に一次巻線 N 1 に流れる電流によってトランス T に磁気エネルギーが蓄えられ、第 1 のスイッチ素子 Q 1 がオフの時にその磁気エネルギーによって二次巻線 N 2 から整流回路 2 を介して出力端子 P o に接続された負荷に電流が流れる。そして、出力電圧検出回路 3 においては、第 1 の発光ダイオード P D 1 には負荷電力に応じて負荷が軽くなるほど大きくなる電流が流れる。出力電圧検出回路 3 においては、重負荷時には、この電流による抵抗 R 1 と第 1 の発光ダイオード P D 1 における電圧降下がツェナーダイオード D 2 のツェナー電圧を超えないように設定しておく。そのため、重負荷時には、第 1 の発光ダイオード P D 1 には電流は流れるが第 2 の発光ダイオード P D 2 には電流は流れない。

【0030】

第 2 の発光ダイオード P D 2 に電流が流れないと、第 2 のフィードバック信号が出力されないため、オフ期間制御回路 6 の第 2 のフォトランジスタ P T 2 がオフのままとなる。コンデンサ C 6 は、ダイオード D 1 0 とコンデンサ C 9 からなる整流回路から抵抗 R 2 1 を介して流れ込む電流によって充電される。そして、帰還巻線 N 3 の電圧が負の時には抵抗 R 1 1 および第 2 のフォトランジスタ P T 2 を介して放電される。しかしながら、第 2 のフォトランジスタ P T 2 がオフしているため、コンデンサ C 6 はほとんど放電されず、電圧降下はほとんどない。そのため、コンデンサ C 6 は常に充電された状態になる。そして、コンデンサ C 6 に充電されている電圧によってトランジスタ Q 4 がオン状態になり、それによって第 3 のスイッチ素子 Q 3 もオン状態になる。二次巻線 N 2 から流れ出る電流がなくなると帰還巻線 N 3 にはフライバック電圧が発生するが、第 3 のスイッチ素子 Q 3 はオン状態にあるためにフライバック電圧が帰還巻線 N 3 から第

1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されるのを妨げない。したがって、定格負荷以上の時にはオフ期間制御回路6は機能しない。

【0031】

一方、第1の発光ダイオードPD1には負荷の大きさに応じて負荷が軽くなるほど大きな電流が流れるため、第1のフィードバック信号によってオン期間制御回路5の第1のフォトトランジスタPT1は、負荷が軽くなって第1の発光ダイオードPD1に流れる電流が多くなるほど抵抗値が小さくなる抵抗として機能する。

【0032】

また、オン期間制御回路5においては、第1のスイッチ素子Q1のターンオン後に帰還巻線N3に発生する電圧によってコンデンサC4が充電され、その充電電圧が第2のスイッチ素子Q2のしきい値に達することによって第2のスイッチ素子Q2がターンオンし、それによって第1のスイッチ素子Q1をターンオフさせることができる。すなわち、オン期間制御回路5は第1のスイッチ素子Q1のオン期間を制御する機能を備えている。

【0033】

そして、コンデンサC4は、帰還巻線N3から抵抗R7を介して流れ込む電流だけでなく、ダイオードD3と第2の直列回路8（抵抗R8と第1のフォトトランジスタPT1）を介して流れ込む電流によっても充電される。上述のように、第1のフォトトランジスタPT1は第1のフィードバック信号にしたがって負荷が軽くなるほど抵抗値の小さな抵抗として機能するため、負荷が軽くなるほど第1のフォトトランジスタPT1を流れる電流が増え、コンデンサC4の充電速度が速くなる。コンデンサC4の充電速度が速くなると第2のスイッチ素子Q2が速くターンオンするので、第1のスイッチ素子Q1を速くターンオフさせ、第1のスイッチ素子Q1のオン期間が短くなる。このように、オン期間制御回路5は、重負荷時に負荷が軽くなるほどスイッチ素子Q1のオン期間を短くして出力電圧が一定になるように制御している。

【0034】

なお、第1のスイッチ素子Q1のターンオフと同時に帰還巻線N3には逆方向

の電圧が発生し、それによってコンデンサC4の充電電荷は放電されるため、上記の動作は繰り返し可能になる。

【0035】

上記のように、スイッチング電源装置1においては、重負荷時にはオン期間制御で出力電圧が安定化される。その際、オフ期間制御回路6が機能しないために第1のスイッチ素子Q1のターンオンは帰還巻線からのフライバック電圧によって行われる。そのため、スイッチング電源装置1においては、第1のスイッチ素子Q1がオンの時に一次巻線N1に電流が流れ、第1のスイッチ素子Q1のターンオフで一次巻線N1に電流が流れなくなると同時に二次巻線N2から電流が流れだし、二次巻線N2から流れ出す電流がなくなると同時に第1のスイッチ素子Q1がターンオンして一次巻線N1に電流が流れ始めるという動作を繰り返す電流臨界モードで動作する。

【0036】

次に、スイッチング電源装置1の軽負荷時の動作について説明する。

オン期間制御回路5において、第1のフォトランジスタPT1は第1のフィードバック信号に応じた抵抗として機能するが、その抵抗値が直列に接続された抵抗R8の抵抗値に対して十分に小さくなると、第1のフォトランジスタPT1の抵抗値の変化はオン期間制御回路5の動作に影響を与えなくなる。すなわち、軽負荷になって第1の発光ダイオードPD1に流れる電流が大きくなると、第1のフォトランジスタPT1の抵抗値は十分に小さくなるが、抵抗R8の抵抗値が存在するために、第2の直列回路8のインピーダンスは抵抗R8の抵抗値より小さくならない。そのため、オン期間をそれ以上短縮することができなくなり、オン期間制御回路として機能しなくなる。これは、第1の発光ダイオードPD1が発光しているにもかかわらず第1のフィードバック信号が実質的に出力されなくなることを意味する。なお、このためには抵抗R8の抵抗値を、オフ期間制御回路を備えていない場合に比べてあらかじめ高くしておく必要がある。

【0037】

負荷が軽くなるにもかかわらずオン期間制御回路5が機能しなくなると、オン期間がそれ以上短くならなくなるために、スイッチング電源装置1は制御不能と

なって出力電圧が跳ね上がろうとする。そのとき出力電圧検出回路 3 の抵抗 R 1 と第 1 の発光ダイオード P D 1 からなる直列回路にはツェナーダイオード D 2 のツェナー電圧を越える電圧が印加される。そのため、第 1 の発光ダイオード P D 1 にはさらに大きな電流が流れるようになる。また、第 2 の発光ダイオード P D 2 にも負荷の大きさに応じた電流が流れるようになり、第 2 のフィードバック信号が出力されるようになる。

【0038】

一方、オフ期間制御回路 6 においては、第 2 のフィードバック信号によって第 2 のフォトトランジスタ P T 2 がオンになって第 2 のフィードバック信号に応じた抵抗値を有する抵抗として機能するようになる。この場合、第 1 のスイッチ素子 Q 1 のオフ期間にコンデンサ C 6 の充電電荷は抵抗 R 1 1 と第 2 のフォトトランジスタ P T 2 を介して放電され、充電電圧はトランジスタ Q 4 のしきい値以下になり、トランジスタ Q 4 はオフ状態になる。それによって、第 3 のスイッチ素子 Q 3 もオフ状態になる。そのため、二次巻線 N 2 から流れ出る電流がなくなって帰還巻線 N 3 にフライバック電圧が発生しても、それが第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートに印加されるのが妨げられる。フライバック電圧が第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートに印加されないということは第 1 のスイッチ素子 Q 1 のターンオンを妨げてオフ期間を延長させることを意味する。

【0039】

トランス T のエネルギーがダイオード D 1 を介して放出された後、帰還巻線 N 3 の電圧は負電圧からリンギングの状態になる。帰還巻線 N 3 の電圧が負電圧でなくなることによって、抵抗 R 1 1 を介してのコンデンサ C 6 の放電はなくなる。そのため、抵抗 R 2 1 と第 2 のフォトトランジスタ P T 2 とコンデンサ C 6 で決まる時定数によって、コンデンサ C 6 は再び充電され始める。これによってコンデンサ C 6 の充電電圧が上昇するとトランジスタ Q 4 がオンし、第 3 のスイッチ素子 Q 3 もオンする。第 3 のスイッチ素子 Q 3 がオンするとコンデンサ C 3 に蓄えられた電荷によって第 3 のスイッチ素子 Q 3 のコレクタ電圧すなわち第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲート電圧が上昇し、ターンオンする。このように、オフ期間制御回路 6 は第 2 のフィードバック信号に応じて第 1 のスイッチ素子 Q 1 のオ

フ期間を制御することができる。

【0040】

しかも、負荷が軽くなるほど第2の発光ダイオードPD2に流れる電流が大きくなって第2のフォトトランジスタPT2の抵抗値が低くなるため、コンデンサC6がトランジスタQ4をターンオンできる程度まで充電されるのに時間がかかるようになる。そのため、負荷が軽くなるほど第1のスイッチ素子Q1のオフ期間は長くなる。そして、このオフ期間制御回路6が機能することによって出力電圧が一定に制御される。なお、この場合にはスイッチング電源装置1は電流不連続モードで動作する。

【0041】

スイッチング電源装置1が軽負荷時に電流不連続モードで動作するのは上述のようにオフ期間制御を行っているからである。そして、これはオフ期間制御を行う場合には避けられない。したがって、仮に、オン期間制御回路5が存在せず、オフ期間制御回路6が重負荷時にも動作すると、重負荷時においてもオフ期間制御が行われることになる。オフ期間制御が行われると、通常のRCC方式の場合とは逆に負荷が重くなるほどスイッチング周波数が高くなる。スイッチング電源装置においては、軽負荷時にはスイッチング損失が相対的に大きくなるためにスイッチング周波数を低くしたいという希望があり、逆に重負荷時には導通損失が相対的に大きくなるためにスイッチング周波数を高くしたいという要望があり、オフ期間制御はこれに合致している。

【0042】

しかしながら、オフ期間を制御する場合は、常に電流不連続モードで動作することになり、スイッチング周波数の上昇には限界がある。しかも、軽負荷時のスイッチング周波数を十分に低下させようとする、重負荷時のスイッチング周波数が通常のRCC方式の場合よりも非常に低くなり、導通損失が大きくなるという問題が発生する可能性がある。スイッチング電源装置1においては、軽負荷時にのみオフ期間制御を行うことによって、このような問題が発生するのを防止することができる。

【0043】

ここで図2に、本発明のスイッチング電源装置1における、第1のスイッチ素子Q1のドレイン・ソース間電圧 V_{ds} 、コンデンサC6の両端電圧 V_{c6} 、コンデンサC4の両端電圧 V_{c4} の時間変化波形の測定結果を示す。このうち、(a)はオン期間制御の行われている定格負荷時の状態を、(b)は負荷が定格負荷時より軽くなってオン期間制御からオフ期間制御に切り替わる直前の状態を、(c)はオフ期間制御の行われている軽負荷時の状態を、(d)はさらに負荷の軽い無負荷に近いときの状態をそれぞれ示している。

【0044】

図2(a)、(b)に示されるように、オン期間制御の行われている状態においては、オフ期間制御回路6のコンデンサC6の両端電圧 V_{c6} はトランジスタQ4をオン状態にするレベルではほぼ一定となっており、オフ期間制御回路6が機能していないことがわかる。また、図2(b)の方がスイッチングの周期が短くなっていることよりオン期間制御回路5が機能していることがわかる。また、図2(a)、(b)より、コンデンサC4の充電電圧 V_{c4} がピークになったときに第2のスイッチ素子Q2のターンオン(第1のスイッチ素子Q1のターンオフ)のタイミングであることもわかる。なお、図2(a)、(b)と図2(c)、(d)を比較するとわかるように、図2(a)、(b)の場合には V_{ds} のリングングがない。これより、スイッチング電源装置1が電流連続モードで動作していることがわかる。

【0045】

そして、図2(c)、(d)に示されるように、軽負荷時にはオフ期間制御回路6のコンデンサC6の両端電圧 V_{c6} が周期的に変動しており、オフ期間制御回路6が機能していることがわかる。その際、二次巻線N2から流れ出る電流がなくなって第1のスイッチ素子Q1のドレイン・ソース間電圧 V_{ds} がリングングを始める時点(帰還巻線N3にフライバック電圧が発生する時点)において、コンデンサC6の両端電圧 V_{c6} が極小値を示していることより、トランジスタQ4がオフ状態にあり、それによって第3のスイッチ素子Q3もオフ状態にあり、フライバック電圧が第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されるのを妨げていることがわかる。また、このような動作をしているときには必然的にス

スイッチング電源装置 1 が電流不連続モードで動作していることになる。

【0046】

また、図 3 および図 4 に、本発明のスイッチング電源装置 1 における、負荷電流とスイッチング周波数および効率の関係を、それぞれオフ期間制御のみが行われる場合との比較で示す。

【0047】

図 3 および図 4 よりわかるように、負荷電流の少ない軽負荷時には本発明とオフ期間制御のみの場合とでスイッチング周波数や効率に大きな違いはないが、一定以上の負荷においては、本発明の方がスイッチング周波数が高くなり、それに伴って効率がよくなっていることがわかる。

【0048】

以上の説明のように、本発明のスイッチング電源装置 1 においては、出力電圧の安定化のために定格負荷以上においてはオン期間制御が行われ、軽負荷時にはオフ期間制御が行われる。そのため、軽負荷時にはスイッチング周波数を大幅に低下させてスイッチング損失を低減することができ、定格負荷時以上においてはオフ期間制御の影響によるスイッチング周波数の必要以上の低下を防止して導通損失の増大を防止することができる。

【0049】

(実施例 2)

図 5 に、本発明のスイッチング電源装置の別の実施例の回路図を示す。図 5 において、図 1 と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0050】

図 5 に示したスイッチング電源装置 10 において、スイッチング電源装置 1 との違いは、オフ期間制御回路 6 の第 2 のフォトトランジスタ PT2 のエミッタが、入力側のグラウンドではなく、オン期間制御回路 5 の第 2 のスイッチ素子 Q2 のベースに接続されている点だけである。

【0051】

このように構成されたスイッチング電源装置 10 においては、重負荷時にはス

スイッチング電源装置 1 の場合と同様に第 2 の発光ダイオード P D 2 に電流が流れないのでオフ期間制御回路 6 が機能せず、オン期間制御が行われる。

【0052】

一方、スイッチング電源装置 1 においては、軽負荷時には、第 1 のフォトトランジスタ P T 1 の抵抗値が抵抗 R 8 の抵抗値に対して十分に小さくなるために、第 1 の発光ダイオード P D 1 からの第 1 のフィードバック信号は実質的に出力されなくなる。そして、第 2 の発光ダイオード P D 2 に電流が流れるためにオフ期間制御回路 6 が機能する。

【0053】

ところが、スイッチング電源装置 10 においては、第 2 のフォトトランジスタ P T 2 のエミッタが入力側のグラウンドではなく、オン期間制御回路 5 の第 2 のスイッチ素子 Q 2 のベースに接続されているため、第 2 のフォトトランジスタ P T 2 を流れる電流がオン期間制御回路 5 のコンデンサ C 4 の充電電流としても利用されることになる。すなわち、第 2 のフォトトランジスタ P T 2 がオン期間制御回路 5 の時定数回路の一部として機能することになる。そのため、負荷が軽くなって第 2 の発光ダイオード P D 2 に流れる電流が多くなり、それに伴って第 2 のフォトトランジスタ P T 2 に流れる電流も多くなると、コンデンサ C 4 の充電時間が短くなり、第 2 のスイッチ素子 Q 2 のターンオンが速くなり、第 1 のスイッチ素子 Q 1 のターンオフも速くなる。すなわち、軽負荷時には補助的にオン期間も短くなるように制御されることになる。この場合、軽負荷時のスイッチング周波数はスイッチング電源装置 1 に比べれば高くなる。

【0054】

スイッチング電源装置 1 においては、軽負荷時にはオフ期間制御のみが行われるために、負荷が極端に軽くなったり無負荷状態になったりすると、スイッチング周波数が極度に低下して音鳴りが発生する場合がある。これに対して、スイッチング電源装置 10 の場合には、軽負荷時にオフ期間制御だけでなく補助的にオン期間も制御することによって、スイッチング周波数を一定以上に保って音鳴りを防止することができる。

【0055】

(実施例3)

図6に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図6において、図1と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0056】

図6に示したスイッチング電源装置20において、スイッチング電源装置1との違いは、制御回路4に代えて制御回路21を備えている点だけである。制御回路21においては、制御回路4における起動抵抗R6を削除し、オフ期間制御回路6に代えてオフ期間制御回路22を備えている。なお、オン期間制御回路5に関しては変更はない。

【0057】

オフ期間制御回路22は、NPN型のトランジスタである第3のスイッチ素子Q5と、実質的に起動抵抗となる抵抗R12と、ツェナーダイオードD4と、NPN型のトランジスタQ6と、抵抗R13および抵抗R14および抵抗R15と、コンデンサC7と、第2のフォトトランジスタPT2と、ダイオードD5から構成されている。ここで、第3のスイッチ素子Q5は、コレクタとエミッタがそれぞれコンデンサC3と第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続され、ベースが抵抗R12を介して直流電源Vccの一端に接続されるとともにツェナーダイオードD4を介して入力側のグラウンドに接続されている。抵抗R13とダイオードD5と第2のフォトトランジスタPT2とコンデンサC7は直列に接続されるとともに帰還巻線N3に並列に接続されている。第2のフォトトランジスタPT2とコンデンサC7は第3の直列回路23を構成している。トランジスタQ6は、コレクタが第3のスイッチ素子Q5のベースに接続され、エミッタが第2のフォトトランジスタPT2とコンデンサC7との接続点に接続されている。抵抗R14はトランジスタQ6のベース・エミッタ間に接続され、抵抗R15はトランジスタQ6のベースと入力側のグラウンドとの間に接続されている。

【0058】

スイッチング電源装置1の場合と同様に、第2のフォトトランジスタPT2は第2の発光ダイオードPD2とともにフォトカップラを構成している。この第2の

フォトトランジスタ P T 2 と第 2 の発光ダイオード P D 2 からなるフォトカプラを介して出力電圧検出回路 3 からオフ期間制御回路 2 2 にフィードバックされる信号が、スイッチング電源装置 2 0 における第 2 のフィードバック信号となる。

【0059】

このように構成されたスイッチング電源装置 2 0 について、まず重負荷時の動作について先に説明する。

【0060】

スイッチング電源装置 2 0 においては、重負荷時にはスイッチング電源装置 1 の場合と同様に第 2 の発光ダイオード P D 2 に電流が流れないのでオフ期間制御回路 2 2 の第 2 のフォトトランジスタ P T 2 がオフのままになる。第 2 のフォトトランジスタ P T 2 がオフのときにはトランジスタ Q 6 も電流が流れないためにオフになる。そのために、第 3 のスイッチ素子 Q 5 のベース電圧はツェナーダイオード D 4 のツェナー電圧になり、第 3 のスイッチ素子 Q 5 がオン状態になる。この場合、フライバック電圧が帰還巻線 N 3 から第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートに印加されるのが妨げられない。したがって、重負荷時にはオフ期間制御回路 2 2 は機能しない。

【0061】

なお、オン期間制御回路 5 に関してはスイッチング電源装置 1 と同じであるため、重負荷時にはオン期間制御が行われる。

【0062】

一方、軽負荷時には、第 2 の発光ダイオード P D 2 に電流が流れるために第 2 のフィードバック信号が発生し、オフ期間制御回路 2 2 が機能する。

【0063】

まず、主スイッチ素子 Q 1 がオフになって二次巻線 N 2 からダイオード D 1 を介して電流が流れているときには、帰還巻線 N 3 には他端側が高くなる電圧が発生している。このとき、第 2 の発光ダイオード P D 2 に電流が流れて第 2 のフィードバック信号が発生していると、第 2 のフォトトランジスタ P T 2 は第 2 のフィードバック信号に応じた抵抗値を有する抵抗として機能するようになる。そのため、第 3 の直列回路 2 3、ダイオード D 5、および抵抗 R 1 3 からなる直列回

路に電流が流れ、それによってコンデンサC7が入力側のグラウンドに接続されている方が正になるように充電される。軽負荷になるほど第2のフォトトランジスタPT2の抵抗値が低下するために、コンデンサC7に流れる電流が増えてコンデンサC7の充電電圧も高くなる。それと同時に、コンデンサC7の充電電圧が抵抗R15と抵抗R14に印加されるため、コンデンサC7の充電電圧が一定以上に達した時点でトランジスタQ6がオン状態になる。その結果、第3のスイッチ素子Q5のベース電圧が低下して第3のスイッチ素子Q5がオフ状態になる。

【0064】

二次巻線N2からダイオードD1を介して流れ出る電流がゼロになると、帰還巻線N3にはそれまでとは符号が逆のフライバック電圧が発生する。このとき、コンデンサC7の充電電荷が抵抗R14と抵抗R15を介して放電されるためにトランジスタQ6のオン状態が続く。そのため、第3のスイッチ素子Q5のオフ状態も継続する。第3のスイッチ素子Q5がオフ状態にある間はフライバック電圧が第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されるのが妨げられる。フライバック電圧が第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されないということは第1のスイッチ素子Q1のターンオンが妨げられてオフ期間が延長されることを意味する。

【0065】

トランジスタQ6のオン時間はコンデンサC7の放電時間で決まり、コンデンサC7の放電時間はコンデンサC7の充電電圧に依存する。コンデンサC7の充電電圧は上述のように軽負荷になるほど高くなるため、軽負荷になるほどトランジスタQ6のオン時間が長くなり第3のスイッチ素子Q5のオフ時間、すなわち第1のスイッチ素子Q1のオフ期間も長くなる。なお、この間にフライバック電圧は振動しながら減衰する。

【0066】

コンデンサC7の充電電荷の減少によってトランジスタQ6がオフすると第3のスイッチ素子Q5のベース電圧が上昇し、オンする。第3のスイッチ素子Q5がオンすると第3のスイッチ素子Q5のベース・エミッタ間を介して流れる電流によって第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧が上昇し、ターンオンする。この

ように、オフ期間制御回路 22 は第 2 のフィードバック信号に応じて第 1 のスイッチ素子 Q1 のオフ期間を制御することができる。すなわち、スイッチング電源装置 20 においては、軽負荷時にオフ期間制御によって出力電圧が一定に制御される。

【0067】

スイッチング電源装置 20 においては、スイッチング電源装置 1 や 10 とは異なり、上述のように第 1 のスイッチ素子 Q1 がオフの時に帰還巻線 N3 に発生する電圧を利用して第 3 のスイッチ素子 Q5 のオフ状態を維持させている。そして、第 1 のスイッチ素子 Q1 のオフ期間中の第 3 のスイッチ素子 Q5 のベース電圧はグランド電位よりも低い電位に保たれている。スイッチング電源装置 1 や 10 の場合には、第 3 のスイッチ素子 Q3 のオフ状態を維持する経路がなく、回路中のサージなどにより第 3 のスイッチ素子 Q3 がオンしてしまう可能性がある。これに対して、スイッチング電源装置 20 においては、回路構成上、第 1 のスイッチ素子 Q1 がオフの時に帰還巻線 N3 に発生する電圧によって確実に第 3 のスイッチ素子 Q5 をオフすることができる。そのため、電圧サージなどによる誤動作の可能性を低下させることができる。

【0068】

(実施例 4)

図 7 に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図 7 において、図 1 と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0069】

図 7 に示したスイッチング電源装置 30 において、スイッチング電源装置 1 との違いは、制御回路 4 に代えて制御回路 31 を備えている点だけである。制御回路 31 においては、制御回路 4 における起動抵抗 R6 を削除し、オフ期間制御回路 6 に代えてオフ期間制御回路 32 を備えている。なお、オン期間制御回路 5 に関しては変更はない。

【0070】

オフ期間制御回路 32 においては、オフ期間制御回路 4 における第 3 のスイッ

チ素子Q3、コンデンサC5、および抵抗R10に代えて、第3のスイッチ素子Q7、トランジスタQ8、ダイオードD6、抵抗R16、R17、R18を備えている。ここで、第3のスイッチ素子Q7はNPN型のトランジスタで、コレクタとエミッタがそれぞれコンデンサC3と第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続されている。第3のスイッチ素子Q7のベースと直流電源Vccの一端との間には実質的に起動抵抗となる抵抗R16が接続されている。ツェナーダイオードD6は第3のスイッチ素子Q7のベースと入力側のグランドとの間に接続されている。トランジスタQ8は、コレクタが第3のスイッチ素子Q7のベースに接続され、エミッタが入力側のグランドに接続されている。そして、トランジスタQ8のベースは、抵抗R18を介して入力側のグランドに接続され、トランジスタQ4のコレクタにも接続されている。トランジスタQ8のベースは、さらに抵抗R17を介してダイオードD10およびコンデンサC9の接続点に接続されている。

【0071】

このように構成されたスイッチング電源装置30について、まず定格負荷時や重負荷時などの軽負荷時以外の動作を先に説明する。

【0072】

スイッチング電源装置30においては、重負荷時にはスイッチング電源装置1の場合と同様に第2の発光ダイオードPD2に電流が流れないのでオフ期間制御回路32の第2のフォトトランジスタPT2がオフのままになる。第2のフォトトランジスタPT2がオフになるとコンデンサC6の充電電圧によってトランジスタQ4がオンになり、トランジスタQ8がオフになる。そのために、第3のスイッチ素子Q7のベースはツェナーダイオードD6のツェナー電圧になり、第3のスイッチ素子Q7がオン状態になる。この場合、フライバック電圧が帰還巻線N3から第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されるのが妨げられない。したがって、重負荷時にはオフ期間制御回路32は機能しない。

【0073】

なお、オン期間制御回路5に関してはスイッチング電源装置1と同じであるため、重負荷時にはオン期間制御が行われる。

【0074】

一方、軽負荷時には、第2の発光ダイオードPD2に電流が流れるために第2のフィードバック信号が発生し、オフ期間制御回路32が機能する。以下、オフ期間制御回路32の動作について説明する。

【0075】

スイッチング電源装置1のオフ期間制御回路6の場合と同様に、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間にコンデンサC6の充電電荷は抵抗R11および第2のフォトトランジスタPT2を介して放電され、充電電圧はトランジスタQ4のしきい値以下になり、トランジスタQ4はオフ状態になる。それによって、トランジスタQ8がオン状態になり、その結果、第3のスイッチ素子Q7はオフ状態になる。そのため、二次巻線N2から流れ出る電流がなくなって帰還巻線N3にフライバック電圧が発生しても、それが第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されるのが妨げられる。

【0076】

すなわち、スイッチング電源装置30においては、オフ期間制御回路6の場合にはPNPトランジスタであった第3のスイッチ素子がオフ期間制御回路においてはNPNトランジスタになったために、トランジスタQ4と第3のスイッチ素子Q7の間に論理反転の回路が挿入された点だけがスイッチング電源装置1との違いである。したがって、動作的にはスイッチング電源装置1とほとんど違いはない。

【0077】

以下、第3のスイッチ素子としてPNP型のトランジスタを用いている図1のスイッチング電源装置1と比較することによって、スイッチング電源装置30の作用効果について説明する。

【0078】

まず、スイッチング電源装置1においては、起動条件は次の式の通りである。

$$v_{cc} \times r_a / (r_6 + r_a) > V_{th}(Q1)$$

このうち、 v_{cc} は直流電源 V_{cc} の電圧、 r_a は抵抗R10とR12（第1のスイッチ素子Q1のゲート・ソース間に設けた抵抗）の並列抵抗値、 r_6 は抵抗

R 6 の抵抗値、 $V_{th}(Q1)$ は第 1 のスイッチ素子 Q 1 のしきい値電圧である。なお、第 3 のスイッチ素子 Q 3、トランジスタ Q 4 での電圧降下は無視している。

【0079】

ここで、抵抗 R 10 の値は第 3 のスイッチ素子 Q 3 のスイッチング速度に影響し、これが大きいほど第 3 のスイッチ素子 Q 3 のベース電流が小さくなり、それによって第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートへの電流供給量も少なくなり、第 1 のスイッチ素子 Q 1 のスイッチングスピードが遅くなる。第 1 のスイッチ素子 Q 1 のスイッチングスピードが遅くなるとスイッチング損失が増大するために、抵抗 R 10 の値はあまり大きくできない。そして、抵抗 R 10 の値を大きくできないと、起動条件を満たすために抵抗 R 6 の値も大きくできない。抵抗 R 6 は起動抵抗であるため、この値を大きくできないということは、抵抗 R 6 での損失を小さくすることができないということを意味する。

【0080】

一方、第 3 のスイッチ素子として NPN 型のトランジスタを用いたスイッチング電源装置 30 の場合は、起動条件は次の式のようにになる。

$$v_{cc} \times r_{12} / (r_{16} + r_{12}) > V_{th}(Q1)$$

このうち、 r_{16} は抵抗 R 16 の抵抗値である。

【0081】

スイッチング電源装置 1 とスイッチング電源装置 30 の抵抗 R 12 の抵抗値が同一とすると、スイッチング電源装置 1 では起動条件より抵抗 R 6 の抵抗値をスイッチング電源装置 30 における抵抗 R 16 の抵抗値よりも小さくする必要がある。そのため、スイッチング電源装置 30 においては、起動抵抗に相当する抵抗である抵抗 R 16 での損失を小さくすることができる。

【0082】

このように、スイッチング電源装置 30 においては、第 3 のスイッチ素子として NPN 型のトランジスタを用いることによって、起動抵抗による損失の低減を図ることができる。

【0083】

ところで、図7のスイッチング電源装置30においては、第3のスイッチ素子Q7のベースと直流電源Vccの他端との間にツェナーダイオードD6が接続されている。このツェナーダイオードD6は第3のスイッチ素子Q7とともにリミット回路を構成しており、これによって第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧（制御電圧）が所定範囲を超えないように制限している。すなわち、第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧は最大でも

$$V_{gs}(Q1) = V_z(D6) - V_{be}(Q7)$$

に制限される。ここで、 $V_{gs}(Q1)$ は第1のスイッチ素子Q1のゲート・ソース間電圧、 $V_z(D6)$ はツェナーダイオードD6のツェナー電圧、 $V_{be}(Q7)$ は第3のスイッチ素子Q7のベース・エミッタ間電圧である。そのため、ワールドワイド入力対応のスイッチング電源装置のような入力電圧の範囲が広い場合においても、第1のスイッチ素子Q1の制御電圧が所定範囲を超えるのを防止することができる。

【0084】

なお、スイッチング電源装置20の説明においては省略したが、スイッチング電源装置20においても起動回路についてはスイッチング電源装置30とほぼ同じ構成で、リミット回路も備えているため、スイッチング電源装置30と同様に起動抵抗での損失を低減できたり広い範囲の入力電圧に対応できるという効果を奏することができる。

【0085】

（実施例5）

図8および図9に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図9は図8に示せなかったスイッチング電源装置40の一部を別図で示したものである。図8において、図7と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0086】

図8および図9において、スイッチング電源装置40は、スイッチング電源装置30の構成に加えて定電圧レギュレータ41と直流電圧源42を備えている。図8において、A点は直流電源Vccの一端（一次巻線N1の一端）を、B点は

帰還巻線 N 3 の一端を、C 点は直流電源 V_{cc} の他端（帰還巻線 N 3 の他端、入力側のグラウンド）を、D 点は抵抗 R 11、R 16 および R 17 の接続点を意味している。なお、スイッチング電源装置 30 においては D 点は A 点に接続されていたものであるが、ここでは接続されていない。

【0087】

まず、定電圧レギュレータ 41 は、抵抗 R 19 および抵抗 R 20 とトランジスタ Q 9 とツェナーダイオード D 7 とダイオード D 8 で構成されている。トランジスタ Q 9 のコレクタは抵抗 R 19 を介して A 点に接続され、ベースはツェナーダイオード D 7 を介して C 点に接続され、エミッタはダイオード D 8 を介して D 点に接続されている。トランジスタ Q 9 のベースは抵抗 R 20 を介して A 点にも接続されている。このように構成することによって、トランジスタ Q 9 のベース電圧はツェナーダイオード D 7 のツェナー電圧に定電圧化され、その結果トランジスタ Q 9 のエミッタはベースより約 0.6 V 低い値に定電圧化される。

【0088】

一方、直流電圧源 42 はダイオード D 9 とコンデンサ C 8 で構成された整流回路で、ダイオード D 9 のカソードには帰還巻線 N 3 に発生する電圧を整流したものが現れる。

【0089】

そして、定電圧レギュレータ 41 のトランジスタ Q 9 のエミッタはダイオード D 8 を介して直流電圧源 12 のダイオード D 9 のカソードに接続されるとともに D 点に接続されている。

【0090】

スイッチング電源装置 40 において、電源投入時には帰還巻線 N 3 には電圧が発生していないために直流電圧源 42 は機能せず、定電圧レギュレータ 41 によって定電圧化された電圧がダイオード D 8 を介して D 点に供給される。そして、帰還巻線 N 3 に電圧が発生して直流電圧源 42 が機能し始めると、ダイオード D 9 のカソード電圧がトランジスタ Q 9 のエミッタ電圧よりも高くなるために、直流電圧源 42 の出力電圧が D 点に供給される。定電圧レギュレータ 41 から D 点に供給される電流は遮断される。すなわち、ダイオード D 8 は直流電圧源 42 か

ら定電圧レギュレータ 41 に電流が逆流するのを防止する機能を果たす。

【0091】

このように構成されたスイッチング電源装置 40 において、起動抵抗である抵抗 R16 には、電源投入時には定電圧レギュレータ 41 によって定電圧化された電圧が印加され、電源投入時以外には直流電源 Vcc より電圧値の低い直流電圧源 42 からの電圧が印加される。そのため、直流電源 Vcc から直接電圧が印加される場合に比べて消費電力を低減することができる。

【0092】

なお、スイッチング電源装置 40 の起動回路部分以外はスイッチング電源装置 30 と全く同じであるため、重負荷時や軽負荷時などのスイッチング電源としての動作には違いはない。

【0093】

また、このような定電圧レギュレータと直流電圧源を用いる構成は、上記のいずれの実施例においても適用可能で、スイッチング電源装置 40 の場合と同様の作用効果を奏するものである。

【0094】

(実施例 6)

図 10 に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図 10 において、図 1 と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0095】

図 10 に示したスイッチング電源装置 50 において、スイッチング電源装置 1 との違いは、出力電圧検出回路 3 に代えて出力電圧検出回路 51 を備えている点だけである。出力電圧検出回路 51 においては、発光ダイオード PD1 に直列にスイッチ SW が設けられている。そして、オン期間制御回路 5 において、スイッチング電源装置 1 の場合は第 2 の直列回路 8 の抵抗 R8 の抵抗値をオフ期間制御回路を備えていない場合に比べてあらかじめ高くしておくものとしていたが、スイッチング電源装置 50 の場合はオフ期間制御回路を備えていない場合と同様の通常の値にしている。

【0096】

このように構成されたスイッチング電源装置 50 においては、重負荷時にはスイッチ SW をオンにしておく。この場合はスイッチング電源装置 1 における重負荷時と同様に第 2 の発光ダイオード PD 2 に電流が流れないのでオフ期間制御回路 6 が機能せず、オン期間制御が行われる。

【0097】

一方、軽負荷時には、例えばスイッチング電源装置の組み込まれるファクシミリなどの機器からの待機信号（機器が待機状態にあることを示す信号）によってスイッチ SW をオフにする。この場合は第 1 の発光ダイオード PD 1 には電流が流れなくなるために第 1 のフィードバック信号は出力されなくなる。そのため、必然的に第 2 の発光ダイオード PD 2 に電流が流れて第 2 のフィードバック信号が出力されるためにオフ期間制御回路 6 が機能してオフ期間制御が行われる。

【0098】

このように、スイッチング電源装置 50 においては、スイッチ SW のオン、オフでオン期間制御とオフ期間制御を強制的に切り換えている。オン期間制御とオフ期間制御の自動的な切換は行われない。なお、各制御状態における動作についてはスイッチング電源装置 1 の場合と実質的な違いはなく、同様の作用効果を奏することができる。

【0099】

なお、スイッチング電源装置 50 においてはスイッチング電源装置 1 の出力電圧検出回路にスイッチを設ける構成としたが、もちろん上記のいずれの実施例のスイッチング電源装置においても同様の構成とすることは可能である。

【0100】

（実施例 7）

図 11 に、本発明の電子装置の一実施例の斜視図を示す。図 11 において、電子装置の 1 つであるプリンタ 100 は電源回路の一部として本発明のスイッチング電源装置 1 を使用している。

【0101】

プリンタ 100 の印刷動作に関する部分は、印刷時には電力を消費するが、印

刷動作をしない待機時にはほとんど電力を消費しない。そして、本発明のスイッチング電源装置 1 を用いているために、待機時の電力損失を低減し、効率の向上を図ることができる。

【0102】

なお、図 11 に示したプリンタ 100 においては図 1 に示したスイッチング電源装置 1 を使用したが、図 5 ないし図 10 に示したスイッチング電源装置 10、20、30、40、50 を使用しても構わないもので、同様の作用効果を奏するものである。

【0103】

また、本発明の電子装置はプリンタに限られるものではなく、ノートパソコンや携帯情報機器など、電圧の安定な直流電源の必要なあらゆる電子装置を含むものである。

【0104】

【発明の効果】

本発明のスイッチング電源装置によれば、出力電圧の定電圧化に際して、出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて、定格負荷時や重負荷時には第 1 のスイッチ素子のオン期間制御を行い、軽負荷時には第 1 のスイッチ素子のオフ期間制御を行う。これによって軽負荷時のスイッチング周波数を低下させてスイッチング損失の低減を図ることができる。また、定格負荷時や重負荷時には、スイッチング周波数を比較的高くして導通損失の増大を防止することができる。

【0105】

また、本発明の電子装置によれば、本発明のスイッチング電源装置を用いることによって、効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のスイッチング電源装置の一実施例を示す回路図である。

【図 2】

図 1 のスイッチング電源装置の所定箇所における負荷の大きさと電圧波形との

関係を示す特性図である。

【図 3】

図 1 のスイッチング電源装置の負荷電流とスイッチング周波数との関係を示す特性図である。

【図 4】

図 1 のスイッチング電源装置の負荷電流と効率との関係を示す特性図である。

【図 5】

本発明のスイッチング電源装置の別の実施例を示す回路図である。

【図 6】

本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図 7】

本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図 8】

本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の一部を示す回路図である。

【図 9】

図 8 のスイッチング電源装置の別の一部を示す回路図である。

【図 1 0】

本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図 1 1】

本発明の電子装置の一実施例を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 1、1 0、2 0、3 0、4 0、5 0…スイッチング電源装置
- 2…整流回路
- 3、5 1…出力電圧検出回路
- 4、2 1、3 1…制御回路
- 5…オン期間制御回路
- 6、2 2、3 2…オフ期間制御回路
- 7…第 1 の直列回路

8…第 2 の直列回路

2 3…第 3 の直列回路

4 1…定電圧レギュレータ

4 2…直流電圧源

1 0 0…プリンタ

T…トランス

N 1…一次巻線

N 2…二次巻線

N 3…帰還巻線

V c c…直流電源

Q 1…第 1 のスイッチ素子

Q 2…第 2 のスイッチ素子

Q 3、Q 5、Q 7…第 3 のスイッチ素子

P D 1…第 1 の発光ダイオード

P D 2…第 2 の発光ダイオード

P T 1…第 1 のフォトトランジスタ

P T 2…第 2 のフォトトランジスタ

S R…シャントレギュレータ

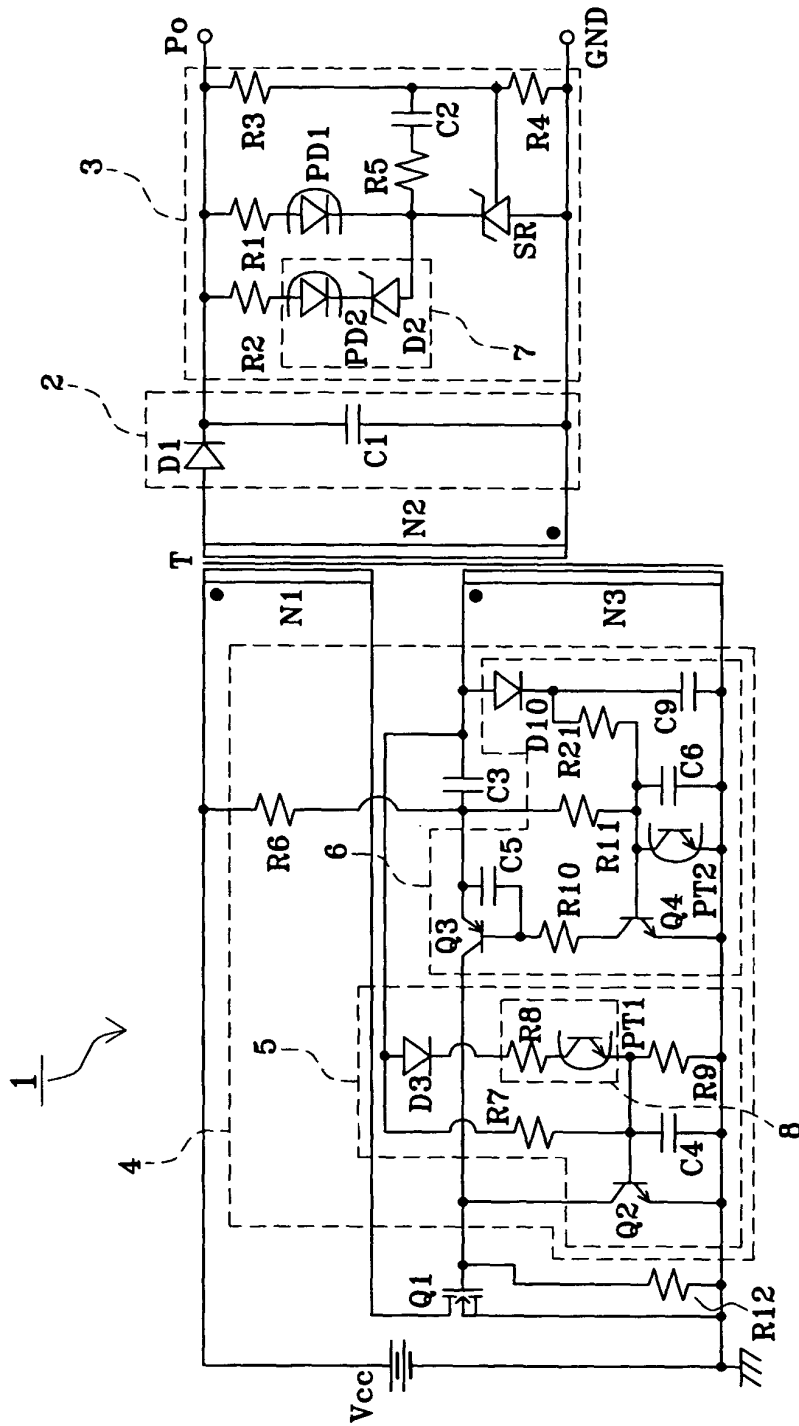
C 7…コンデンサ

S W…スイッチ

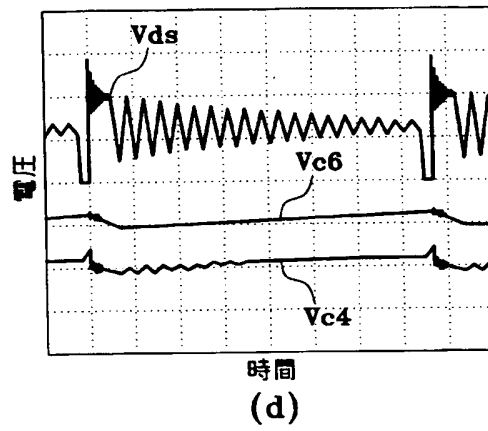
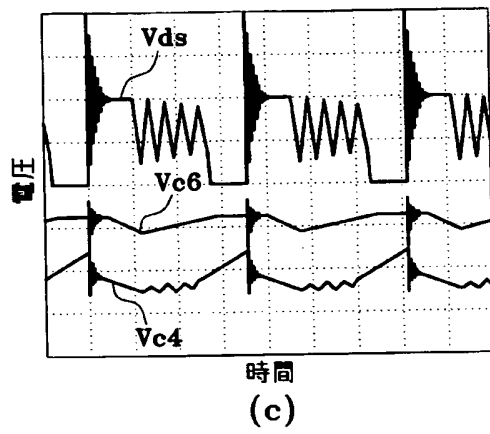
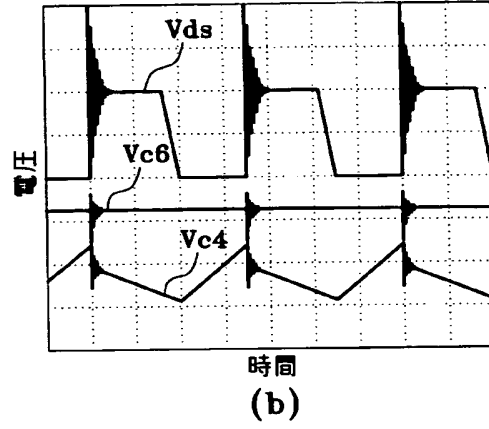
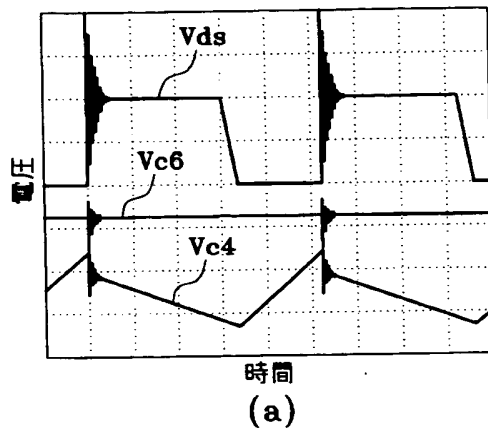
【書類名】

図面

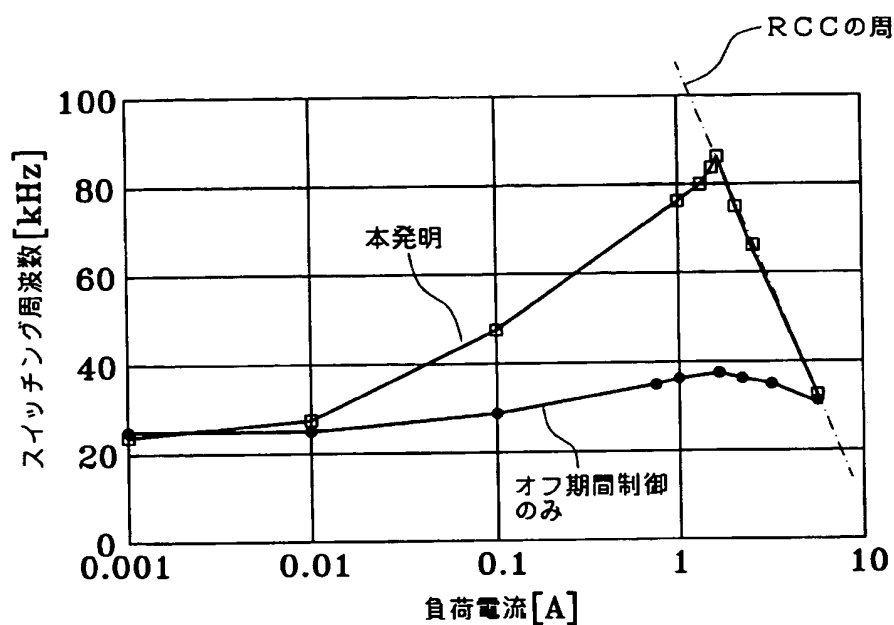
【図 1】



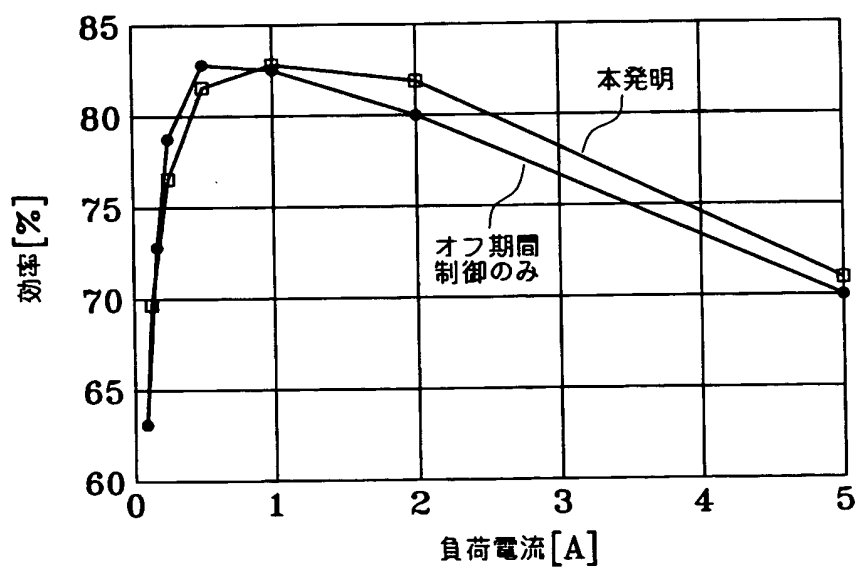
【図 2】



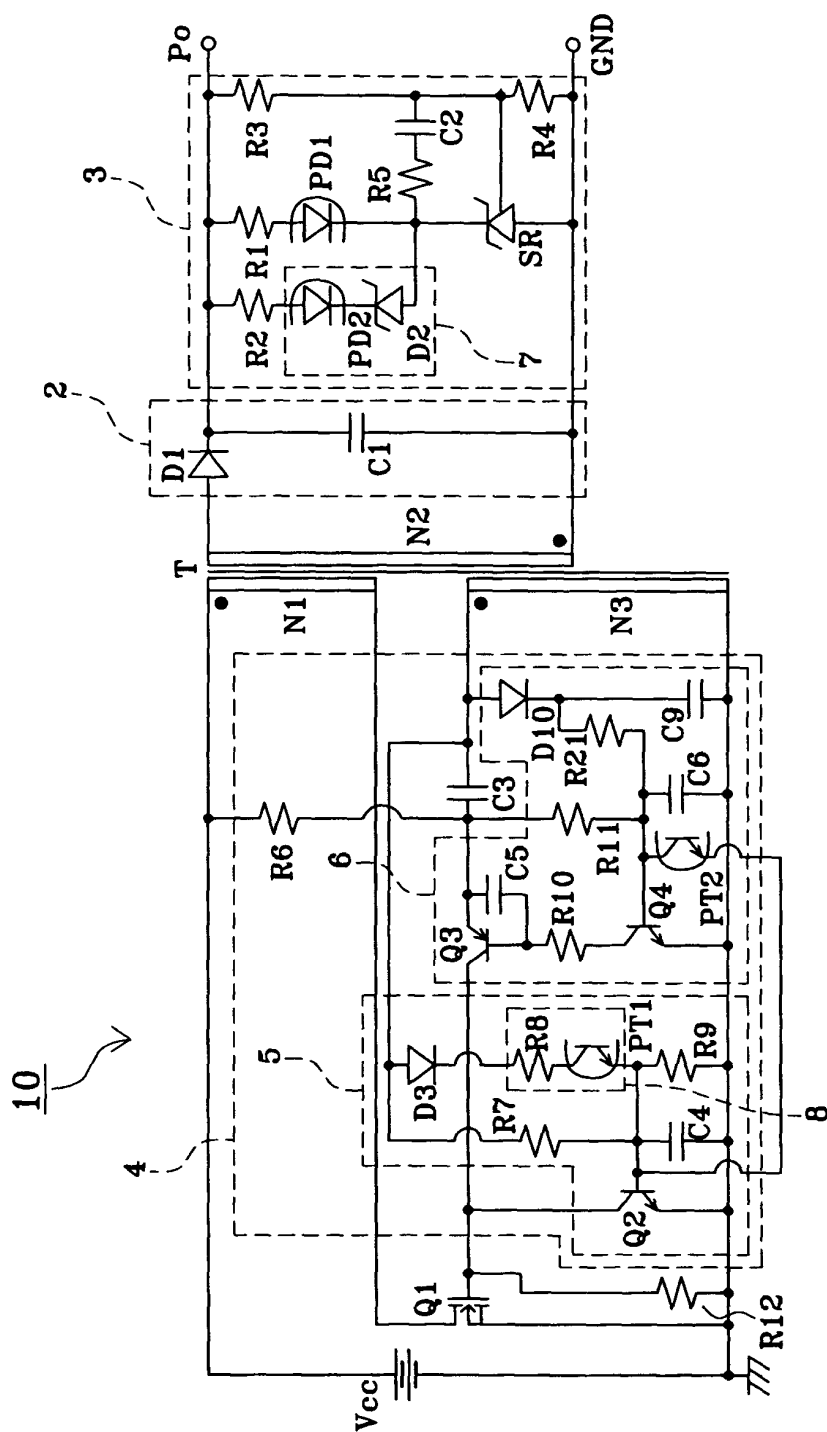
【図 3】



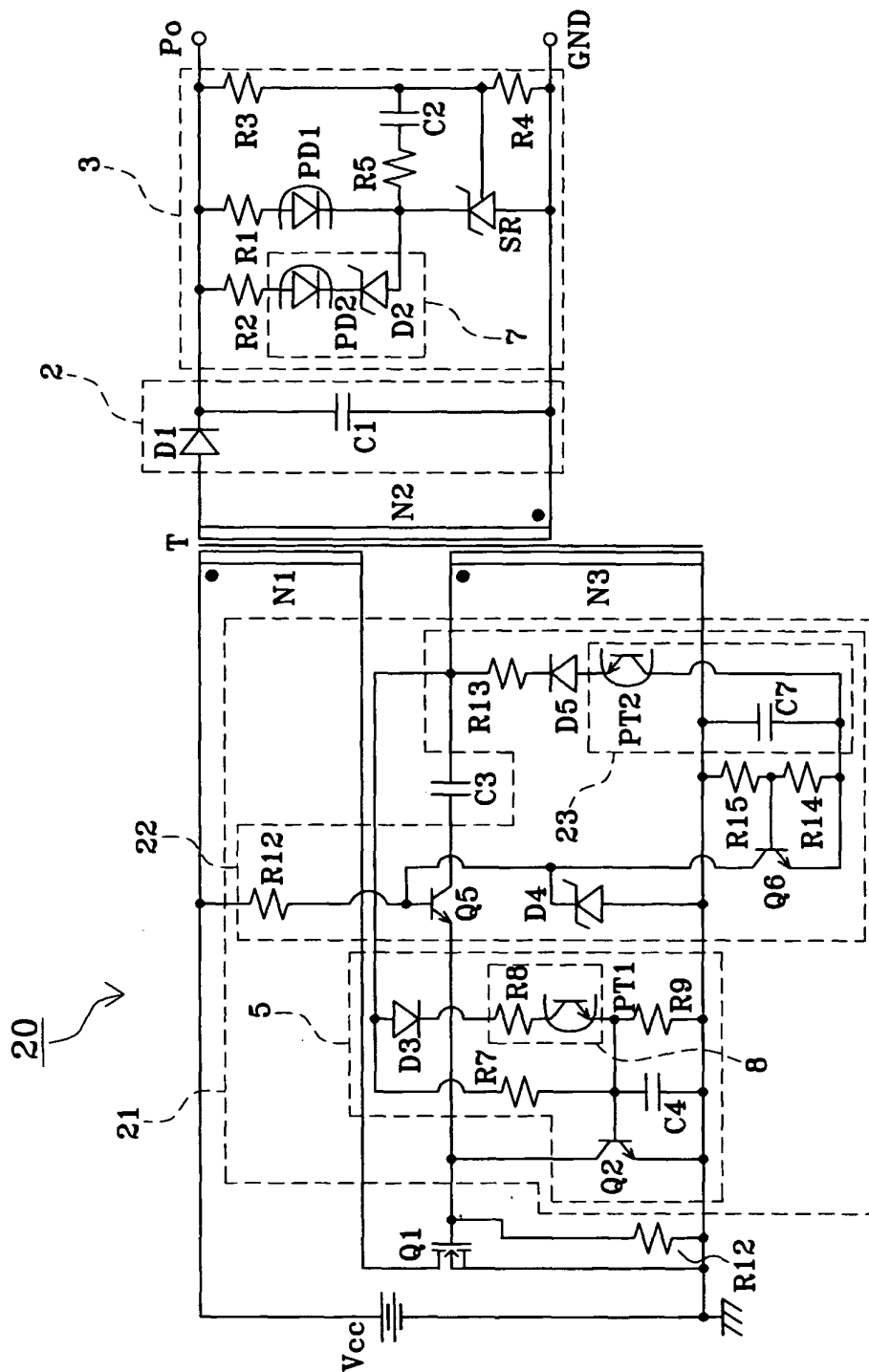
【図 4】



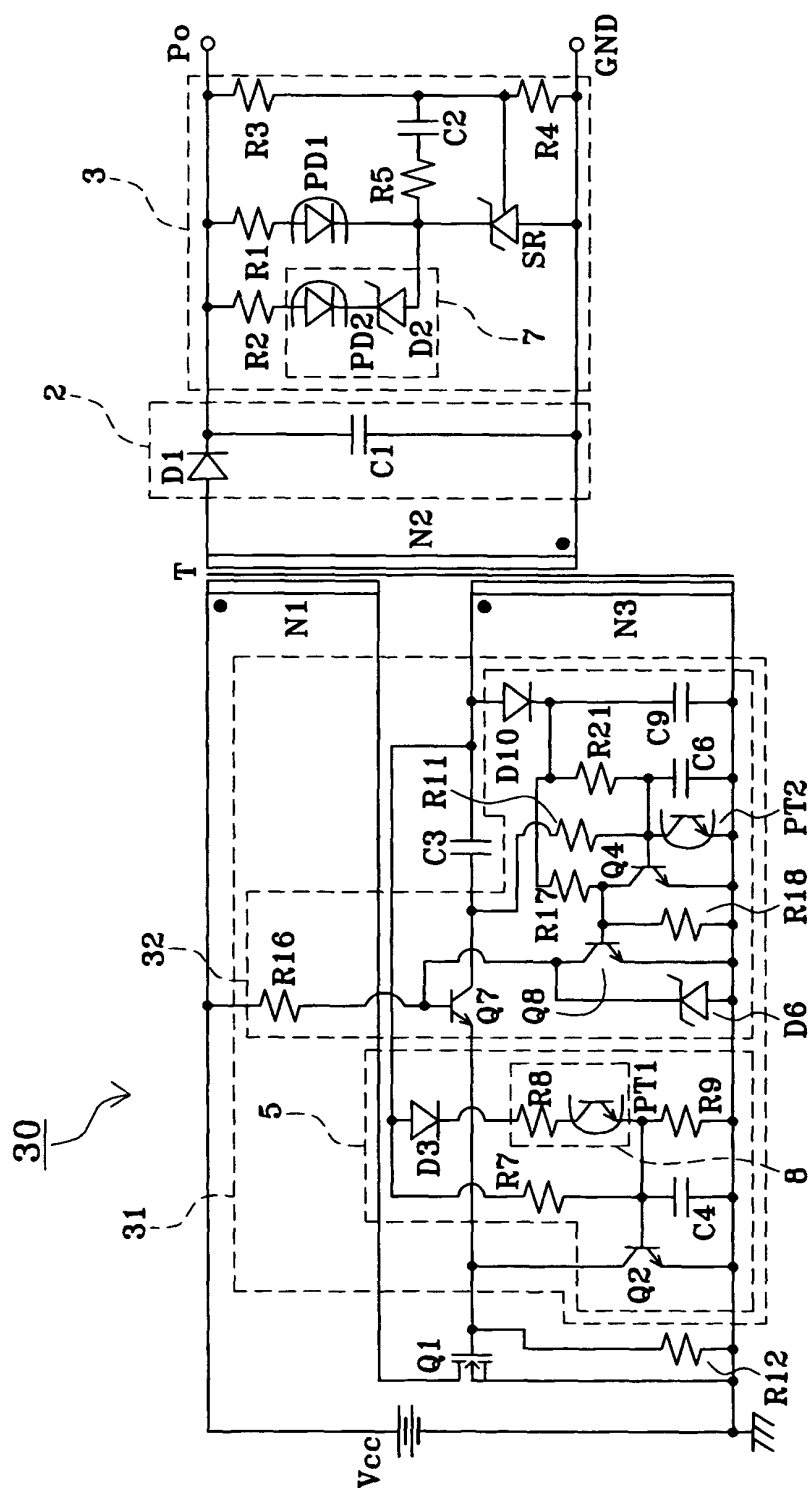
【図 5】



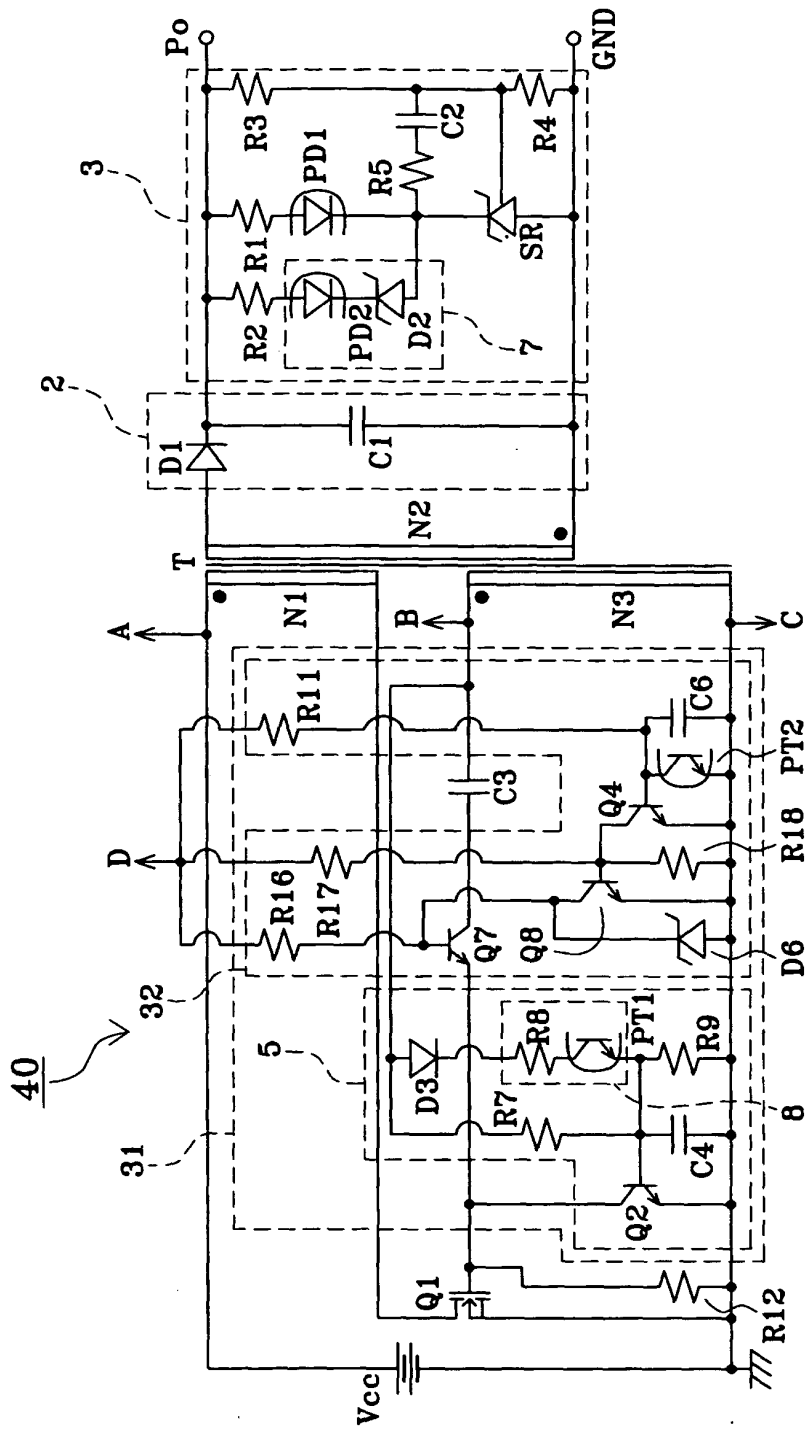
【図 6】



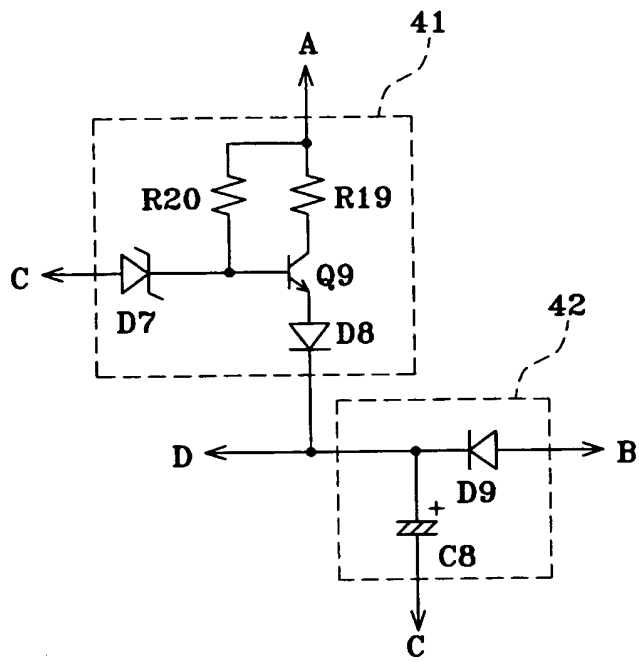
【図 7】



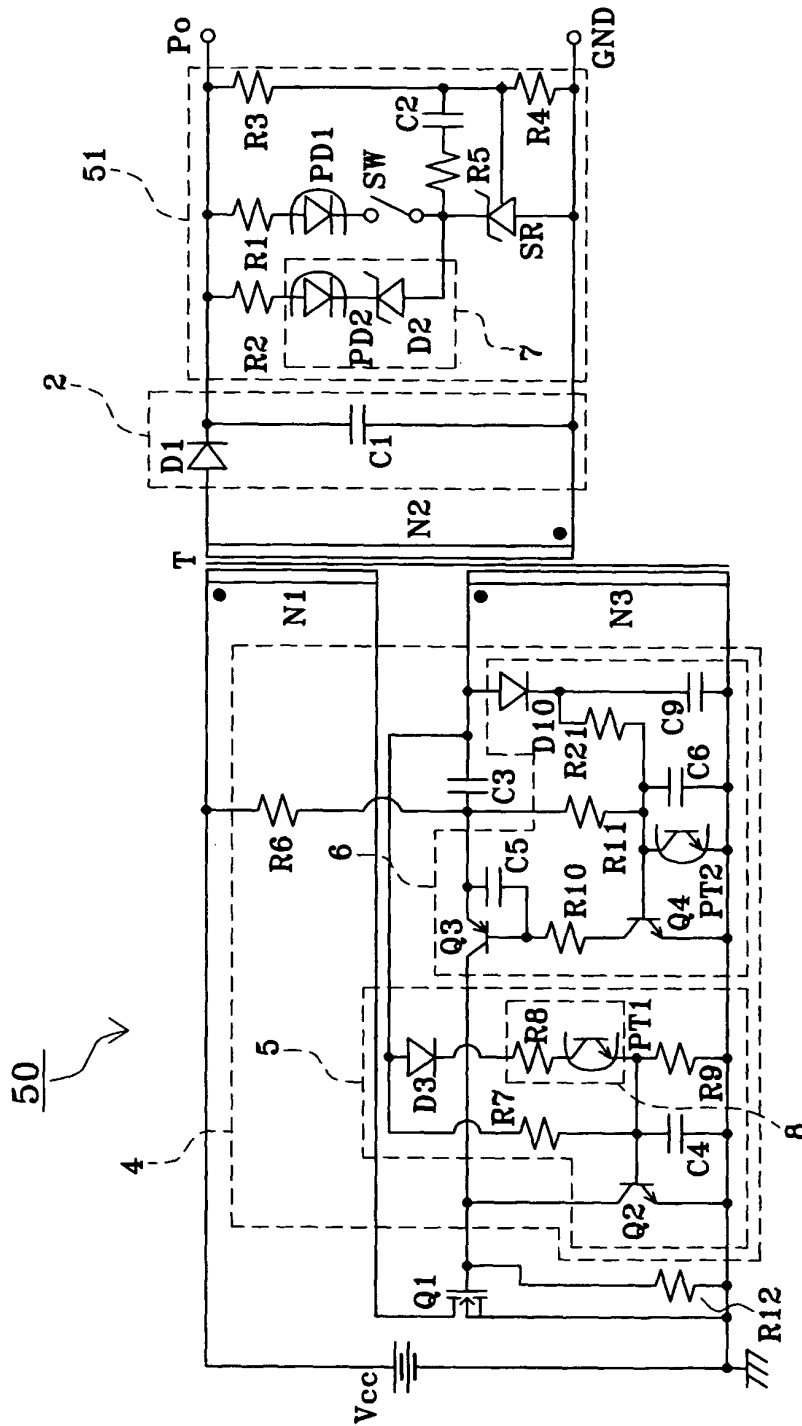
【図 8】



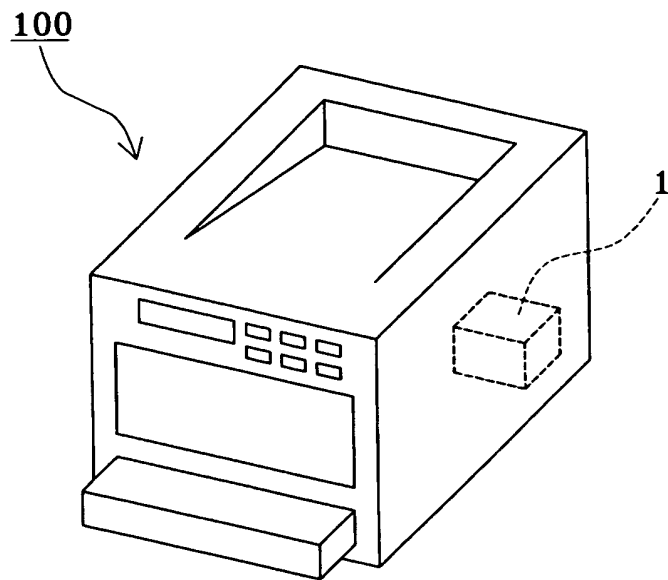
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 軽負荷時のスイッチング周波数を大幅に低下させてスイッチング損失を低減するとともに、定格負荷時や重負荷時のスイッチング周波数が必要以上に下がらないようにして導通損失の増大を防止することのできるスイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置を提供する。

【解決手段】 オン期間制御回路 5 とオフ期間制御回路 6 を備え、軽負荷時にオフ期間制御回路 6 を機能させることによってスイッチング周波数の低減を図り、定格負荷時や重負荷時にはオフ期間制御回路 6 に代えてオン期間制御回路 5 を機能させることによって、オフ期間制御回路 6 によるスイッチング周波数の必要以上の低下を防止する。

【選択図】 図 1

特願 2002-239708

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006231]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名

株式会社村田製作所